

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-228509

(43)Date of publication of application : 12.09.1989

(51)Int.Cl.

B01D 13/00

G21C 19/30

G21F 9/06

(21)Application number : 63-054689

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 08.03.1988

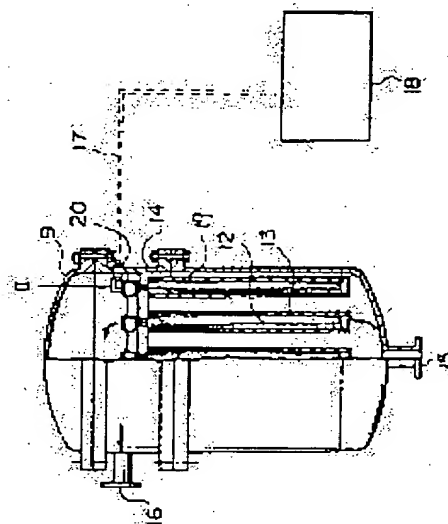
(72)Inventor : ADACHI TETSURO  
SAWA TOSHIO  
MATSUMOTO TAKAYUKI  
SHINDO KIICHI

(54) MEDIUM PURIFYING EQUIPMENT PROVIDED WITH MEMBRANE PERFORMANCE EVALUATION APPARATUS, METHOD AND EQUIPMENT FOR EVALUATING MEMBRANE PERFORMANCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect the electrification state of a porous membrane and to perform selection of the membrane, optimization of the operational conditions of the membrane and replacement period thereof with right judgment by measuring the electric physical quantity obtained between the electrodes provided to the upstream side and the downstream side of the porous membrane.

CONSTITUTION: In a hollow yarn membrane filter 9 provided to the condensate treating system, etc., of a nuclear power station, the electrodes 19 are inserted into a hollow yarn membrane 12 and between the hollow yarn membranes 12 from the upper end face of a hollow yarn membrane module 13 so that the electrodes are opposed in the front and rear parts of the hollow yarn membrane 12 in the module 13; the leader lines 17 insulated from liquid are taken out from the electrodes 19 and connected to a measuring apparatus 18. The fluctuated potential or the signal of AC impedance of the front and rear parts of the membrane 12 is measured on-line with the measuring apparatus 18. In such a way, monitoring of electrification of the membrane and forecasting of contamination of the membrane are possible.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-228509

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>B 01 D 13/00  
G 21 C 19/30  
G 21 F 9/06

識別記号

庁内整理番号

Z-8014-4D  
Y-7324-2G

⑬ 公開 平成1年(1989)9月12日

B-6923-2G 審査請求 未請求 請求項の数 10 (全7頁)

⑭ 発明の名称 膜性能評価装置を備えた媒体浄化設備並びに膜性能評価装置及び膜性能評価方法

⑯ 特 願 昭63-54689

⑰ 出 願 昭63(1988)3月8日

⑱ 発 明 者 安 達 哲 朗 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
 ⑱ 発 明 者 沢 俊 雄 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
 ⑱ 発 明 者 松 本 隆 行 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
 ⑱ 発 明 者 新 藤 紀 一 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内  
 ⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 鶴 沼 辰 之 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

膜性能評価装置を備えた媒体浄化設備並びに

膜性能評価装置及び膜性能評価方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 媒体中の不純物を除去する多孔質膜からなるフィルタの膜上流側と膜下流側とに設置される電極と、この電極と接続されて該電極間の電気的物理量を測定する測定器とから成る膜性能評価装置を備えたことを特徴とする媒体浄化設備。

2. フィルタは原子力発電所の復水浄化用の中空糸膜フィルタである請求項1記載の媒体浄化設備。

3. フィルタは気化透化法で用いられる疎水性の多孔質膜よりなるものである請求項1記載の媒体浄化設備。

4. 膜性能に対応する電気的物理量が、その膜の許容値以下となるよう濾過流速を調節可能にした請求項1記載の媒体浄化設備。

5. 膜性能に対応する電気的物理量が、その膜の

許容値以下となるよう復水中に炭酸ガスを吹き込んで、復水の導電率を可変にした請求項2記載の媒体浄化設備。

6. フィルタ本体への復水流路を分岐させ、その分岐させた流路に前記フィルタと同一仕様の小型フィルタを設け、この小型フィルタに対して請求項1記載の膜性能評価装置を設けた請求項2記載の媒体浄化設備。

7. 請求項1記載の膜性能評価装置。

8. 電気的物理量は電圧又は電気抵抗である請求項7記載の膜性能評価装置。

9. 測定器は電位計、電流計、交流抵抗計又は静電気モニタである請求項7記載の膜性能評価装置。

10. 媒体中の不純物を除去する多孔質膜からなるフィルタの膜上流側と膜下流側との間の電気的物理量を測定することにより膜の性能を評価することを特徴とする膜性能評価方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、火力、原子力発電所等において、復水及び廃水等の浄化に使用する高分子膜等のフィルタの膜性能評価装置を備えた媒体浄化設備並びに膜性能評価装置及び膜性能評価方法に関する。

〔従来の技術〕

最近の原子力発電所における復水浄化設備は、その復水処理系のなかに高分子膜からなる中空糸膜型フィルタと、ベッド型脱塩器とを配設するのが主流となりつつある。このような復水処理設備の一例を第10図に示す。なお、この種の装置として関連するものには例えば特開昭60-61089号、特開昭60-179104号又は特開昭60-206405号公報等が挙げられる。

第10図において、原子炉で発生した蒸気2は蒸気タービン3を駆動し、発電機4で発電を行なった後、復水器5に入り、海水6により冷却され復水7となる。この復水7中には配管等の腐食による固形状やイオン状の不純物（鉄の酸化物が主体である。）が微量含まれており、発電所の安全性、信頼性の一層の向上のためにはこれらの不純

物を除去することが必要である。そこで、復水器5から復水ポンプ8を介して原子炉1に至る流路中に中空糸膜フィルタ9及びベッド型脱塩器10を設置し復水処理系を構成する。

中空糸膜フィルタ9は、第11図に示すようにポリエチレン等の高分子材料からなる外径1mm程度の中空状の糸膜12を数千本束にして充填した中空糸膜モジュール13を約100本ほど濾過塔14に装着したものである。中空糸膜12の外表面には内表面に連通した約0.1 $\mu$ mの微細な孔が無数にあり、復水を水入口15から水出口16の方向へ流して膜外表面で復水中の固形状の不純物を除去するようになっている。

〔発明が解決しようとする課題〕

このように中空糸膜フィルタは極めて微細な孔で直接固形物を捕捉するため、除去性能が非常に高い。更に、プリコート材を介して固形物を捕捉するプリコートフィルタのようにプリコート材が廃棄物として生成する問題が無い。しかしながら、中空糸膜の素材であるポリエチレン等の高分子材

料は一般に電気的に絶縁性であるため、原子力発電所の復水のように極めて導電率の低い(<0.1 $\mu$ S/cm)水中で使用すると、中空糸膜と水との相対運動によって、いわゆる流動帯電することがわかっている（参考文献：静電気ハンドブック、静電気学会等）。膜が帯電すると液中の固形状、イオン状の不純物は静電的に膜に付着するため、それが蓄積すると膜の孔を閉塞する等の膜汚染が進行し、膜の透水性が低下し膜洗浄又は膜交換が必要となってくる。原子力発電所の場合、約6500 $\text{m}^3/\text{h}$ の多量の復水を中空糸膜で浄化するため、使用する中空糸膜の量は極めて多い。従って、汚染した膜を洗浄すると洗浄に使用した薬剤が大量の廃棄物として生成され、又、新品の膜に交換すると膜が高価なため、莫大なランニングコストの上昇につながるものが問題となった。そこで、流動帯電による膜汚染を極力防止し、膜寿命をできるだけ延長し、低コストで廃棄物量の生成の少ない中空糸膜等のフィルタを使用した媒体浄化システムの開発が望まれていた。

本発明の目的は、膜の帯電状況を検出する方法及び装置を提供すると共に、その装置を利用することにより膜の選定、膜の運用条件の最適化及び膜交換時期の決定等を正しい判断で行なえる媒体浄化設備を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明に係る媒体浄化設備は、膜性能評価装置を備えたものである。

ここで、膜性能評価装置は、媒体中の不純物を除去する多孔質膜からなるフィルタの膜上流側と膜下流側とに設置される電極と、この電極と接続されて該電極間の電気抵抗等の電気的物理量を測定する測定器とから成るものである。測定器は電気的物理量に対応して定まるが、電位計、電流計、交流抵抗計又は静電気モニタ等が挙げられる。

また、膜性能評価方法としては、前記フィルタの膜上流側と膜下流側との間の電気的物理量を測定することにより膜の性能を評価する方法がある。

前記媒体浄化設備のフィルタの種類としては原子力発電所の復水浄化用の中空糸膜フィルタや気

化透化法で用いられる疎水性多孔質膜よりなるものがある。

媒体浄化設備は、フィルタによる濾過流速を調節可能にするか、又は復水中に炭酸ガスを吹き込んで復水の導電率を可変にしておくのがよい。

また、媒体浄化設備は、フィルタ本体への復水流路を分岐させ、その分岐させた流路に前記フィルタと同一仕様の小型フィルタを設け、この小型フィルタに対して前記膜性能評価装置を設けるのが望ましい。

〔作用〕

本発明に係る媒体浄化設備は、膜性能評価装置を備えていることにより、例えば膜の流動帯電状況を検知することができ、膜汚染を極力防止するための制御が可能となる。特に濾過流速を変えたり、炭酸ガスを吹き込む等により、前記制御が容易となる。分岐させた復水流路に同一仕様の小型フィルタを設けると、プラントを稼働させながら各種評価を行なえる。

膜性能評価装置は、電極をフィルタの所定位置

示す。これは膜の前後に挿入した白金電極間に一定電圧の交流を印加し、交流の周波数を変えることにより、交流抵抗（インピーダンス）の周波数依存性を調べるものである。その結果、帯電しやすい膜、即ち表面処理を施していない膜のインピーダンスは、特に低周波数で高くなることがわかった。導電化処理を施した膜はインピーダンスが全周波数域で小さく、膜の交流インピーダンス周波数応答が膜帯電の指標として有効であることがわかった。

以上の如く、膜の流動帯電を把握する手段として、具体的には膜前後の液の電位差及び膜前後の交流インピーダンス周波数応答を測定する方法が挙げられる。膜前後の液の電位差の測定は流動帯電のオンライン計測に利用でき、又、膜前後の交流インピーダンス周波数応答の測定は膜の経年劣化を知ることができ、膜汚染の予知、膜寿命の延長が可能となる。従って、膜汚染の進行に対する適切な対応や膜交換時期の把握が行なえるため、中空糸膜フィルタを低コストで、かつ、安定した

に設置するだけで、その膜に対する電気的物理量の測定が行なえる。

〔実施例〕

膜の性能評価について先ず説明する。膜透過前後の液の電位差及び膜前後の交流インピーダンス周波数応答を測定することにより容易に評価し得る。第6図は第7図に示した装置で膜透過前後の液の電位差を測定した結果で、中空糸膜の上流側、下流側の液中に白金からなる電極を挿入し、電極間に発生する電位を電圧計で測定した結果である。ポリエチレンを素材とする中空糸膜に導電率が $0.1 \mu S/cm$ 以下（理論純水は $0.055 \mu S/cm$ ）の水を透過させたところ、透過させる流速に応じて膜前後の電極間に電位が発生し、流動帯電を検知することができた。確認のため膜に導電化処理を施した流動帯電の起りにくい膜では電極間にほとんど電位が発生せず、本方法が流動帯電の検知に有効であることがわかった。

次に、第8図に第9図に示した装置で膜前後の交流インピーダンス周波数応答を測定した結果を

性能で運用することが可能となる。

以下、第1図乃至第4図に基づいて本発明の一実施例について詳細に説明する。

第4図に示した如く、原子炉1で発生した蒸気2は蒸気タービン3を駆動して発電機4で発電を行なった後、復水器5に入り、海水6により冷却され復水7となる。復水7は復水ポンプ8により復水浄化系を構成する中空糸膜フィルタ9とベッド型脱塩器10に供給され、浄化させた後給水11として原子炉1に給水される。

中空糸膜フィルタ9からは電気的物理量である流動電位又は交流インピーダンスの信号を送るリード線17が出ており、電圧、又はインピーダンスを測る測定器18につながっている。詳細を第1図乃至第3図で説明する。中空糸膜フィルタ9の濾過塔14内に装着された中空糸膜モジュール13内に充填されている中空糸膜12の膜前後に電極19が対向（第3図）するように、中空糸膜モジュール13上部端面から中空糸膜12内と中空糸膜12間に電極19を挿入し、この電極19

から液と絶縁されたリード線17を取り出し、濾過塔14のターミナル部20を経て、更にリード線17で測定器18に結線するものである。電極19としては例えば電気化学的に不活性な白金線があげられる。又、電極19を挿入する所は1ヶ所で良いが、複数ヶ所や複数の中空糸膜モジュール13で検出するようにすると、より測定の信頼性が向上する。

中空糸膜12の内径や中空糸膜モジュール13構造の制約から、電極19の挿入が困難な場合には、中空糸膜12の上流側、下流側に電極19を配置して総括的な流動電位、インピーダンスを測定することも可能である。

このように中空糸膜前後の流動電位、インピーダンスの信号をオンラインで得ることができるので、膜の帯電のモニタや膜汚染の予測が可能となった。即ち、流動電位が高いと中空糸膜が帯電していることを示し、液中の不純物が静電的に付着し、膜汚染が進行する可能性のあることがわかる。又、膜インピーダンスが経時的に増大する場合、

防止する。

次に第5図により他の実施例について説明する。中空糸膜フィルタ9本体とは別に同一の中空糸膜仕様からなる小型の中空糸膜モジュール21を設置し、並列に水を流し、小型の中空糸膜モジュール21に取り付けた電極により、流動電位、インピーダンスの信号を得るものである。

本実施例は中空糸膜の種類を種々変えて、流動電位、インピーダンスの測定値を比較できるので、最適な膜の選定が容易に行なえる効果がある。

又、十分に模擬された復水が得られる前提のもとでは中空糸膜の製造設備や研究設備において、中空糸膜の性能評価手段として小型モジュールを使用した流動電位、インピーダンス測定法が利用できる。

上記実施例では原子力発電所の復水浄化用の中空糸膜フィルタを対象として説明したが、以下の如く、他の膜に対しても本発明を適用し得る。疎水性の多孔質膜を利用する気化透化法において、膜汚染に伴う膜の親水化は気化透化の性能を大

きく低下させる。一般に、膜が親水化されると膜内に液が侵入するため、膜前後のインピーダンスが減少する。従って、疎水性膜において、膜前後のインピーダンスをモニタすることにより、膜汚染（親水化）の進行をオンラインで把握できる。

〔発明の効果〕  
本発明によれば、膜性能を評価することによって膜の汚染を極力防止することができ、高価な膜の寿命延長が図れるため、低コストで安定した運転が可能となる。

また、本発明の膜性能評価装置又は方法は、その電極を媒体浄化設備の膜前後に設置するだけでよいので、取り付けが簡単であり、ひいては評価が容易となる。

〔発明の効果〕

また、本発明の膜性能評価装置又は方法は、その電極を媒体浄化設備の膜前後に設置するだけでよいので、取り付けが簡単であり、ひいては評価が容易となる。

また、本発明の膜性能評価装置又は方法は、その電極を媒体浄化設備の膜前後に設置するだけでよいので、取り付けが簡単であり、ひいては評価が容易となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

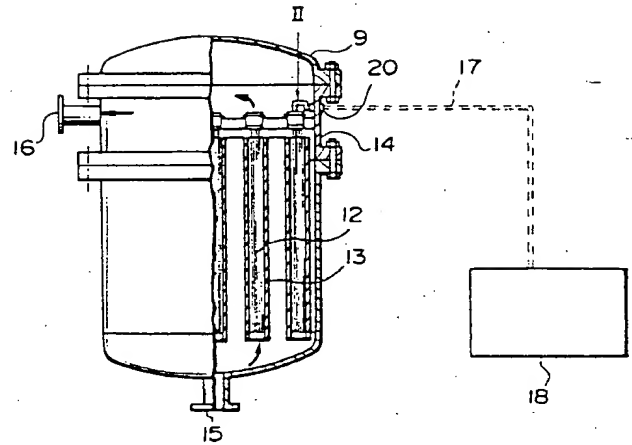
第1図は本発明に係る設備の一実施例の一部断面図、第2図は第1図のII矢視図、第3図は第2図のIII-III線断面図、第4図は本発明に係る設備を備えた原子力発電プラントの概略構成図、第5図は本発明の他の実施例の概略構成図、第6図は

中空糸膜前後の流動電位の測定結果を説明する図。  
第7図は第6図の測定をする装置の構成図、第8  
図は中空糸膜前後の交流インピーダンス周波数応  
答の測定結果を説明する図、第9図は第8図の測  
定をする装置の構成図であり、第10図は従来の  
原子力発電所の復水浄化設備の一例を示す概略構  
成図、第11図は同従来例の中空糸膜フィルタの  
構造図である。

- 1…原子炉、2…蒸気、3…蒸気タービン、  
4…発電機、5…復水器、7…復水、  
9…中空糸膜フィルタ、10…ベッド型脱塩器、  
11…給水、12…中空糸膜、  
13…中空糸膜モジュール、14…濾過塔、  
15…水入口、16…水出口、17…リード線、  
18…測定器、19…電極、20…ターミナル部、  
21…小型中空糸膜モジュール。

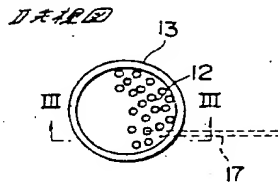
代理人 船 沼 辰 之

第1図



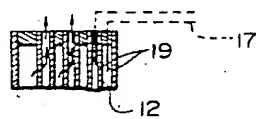
- 9: 中空糸膜フィルタ 12: 中空糸膜  
13: 中空糸膜モジュール 14: 濾過塔  
15: 水入口 16: 水出口  
17: リード線 18: 測定器  
20: ターミナル部

第2図



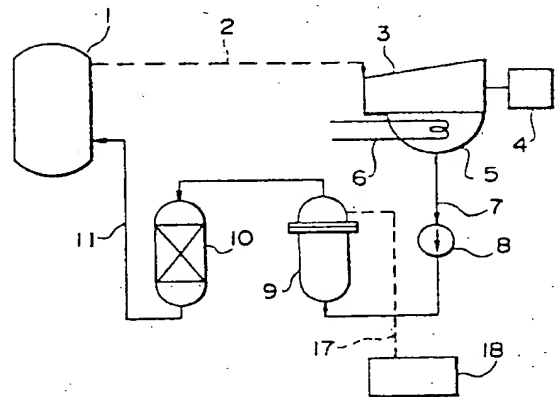
第3図

III-III線断面図



- 12: 中空糸膜  
13: 中空糸膜モジュール  
17: リード線  
19: 電極

第4図



- 1: 原子炉 2: 蒸気  
3: 蒸気タービン 4: 発電機  
5: 復水器 6: 海水  
7: 海水ポンプ  
8: 海水ポンプ  
9: 中空糸膜フィルタ 10: ベッド型脱塩器  
11: 給水 17: リード線  
18: 測定器



第11図

